

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Juli 2005 (21.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/066505 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F15B 11/16**,
11/22

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/014800

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Dezember 2004 (29.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 001 253.9 7. Januar 2004 (07.01.2004) DE
10 2004 010 374.7 3. März 2004 (03.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **BOSCH REXROTH AG** [DE/DE]; Heidehofstrasse
31, 70184 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KRUG-KUSSIUS**,
Karl [DE/DE]; Ringstrasse 22, 97783 Karsbach (DE).

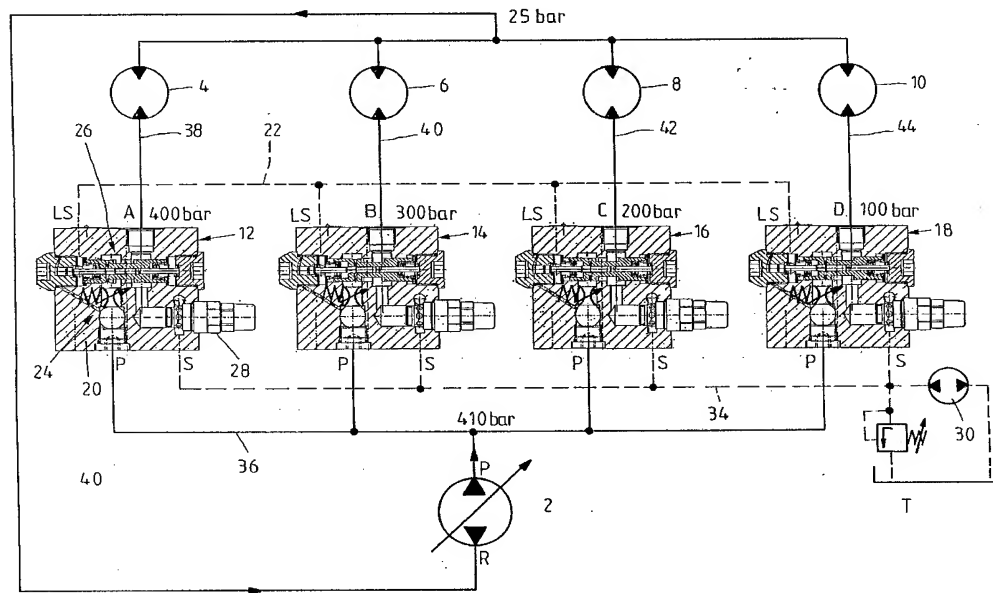
(74) Anwalt: **WINTER BRANDL FÜRNISS HÜB-
NER RÖSS KAISER POLTE - PARTNERSCHAFT**;
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei, Bavariaring 10, 80336
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLOW VALVE AND FLOW DISTRIBUTOR COMPRISING SEVERAL FLOW VALVES

(54) Bezeichnung: STROMVENTIL UND STROMTEILER MIT MEHREREN STROMVENTILEN



(57) Abstract: Disclosed are a flow valve and a flow distributor for supplying a pressure medium to several users. Each flow valve comprises a measuring diaphragm and a pressure regulator. A pressure regulator piston of the pressure regulator comprises two control edges, whereby one is active when adding up the pressure medium flows and the other is active when separating a pressure medium flow. The flow valve also has at least one LS-control edge which can be used to control one LS cross-section when the pressure regulator is opened, enabling pressure corresponding to the load pressure to be indicated in a load monitoring line.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/066505 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Offenbart sind ein Stromventil und ein Stromteiler zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher. Jedes Stromventil hat eine Zumesblend und eine Druckwaage. Ein Druckwaagenkolben der Druckwaage ist mit zwei Steuerkanten versehen, von denen eine beim "Summieren" von Druckmittelströmen und die andere beim "Teilen" eines Druckmittelstroms wirksam ist. Das Stromventil hat des Weiteren zumindest eine LS-Steuerkante, über die bei geöffneter Druckwaage ein LS-Querschnitt auf steuerbar ist, über den ein dem Lastdruck entsprechender Druck in eine Lastmeldeleitung gemeldet wird.

Beschreibung

Stromventil und Stromteiler mit mehreren Stromventi- 5 len

Die Erfindung betrifft ein Stromventil für einen Stromteiler zur Druckmittelversorgung mehrerer hydraulischer Verbraucher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie einen Stromteiler mit derartigen Stromventi-
10 len.

Hydraulische Stromteiler sorgen dafür, dass ein gegebener Druckmittelstrom lastdruckunabhängig in gewünschten
15 Teilmengen über mehrere parallel zueinander angeordnete hydraulische Verbraucher oder hydraulische Lasten fließt. Wenn der Druckmittelstrom derart gerichtet ist, dass die einzelnen Stromventile des Stromteilers stromauf der hydraulischen Verbraucher angeordnet sind, spricht man
20 vom Betriebszustand Teilen. Liegen die einzelnen Stromventile dagegen stromab der hydraulischen Verbraucher, spricht man vom Betriebszustand Summieren.

Jedes Stromventil eines Stromteilers umfaßt eine Meß-
25 blende und eine Druckwaage, die beim Teilen stromab der Meßblende liegt. Die Druckwaagen werden beim Teilen in Schließrichtung vom höchsten Lastdruck beaufschlagt und drosseln zwischen der jeweiligen Zumeßblende und der Last den Fluidstrom so stark an, dass der Druck nach allen
30 Zumeßblenden gleich dem höchsten Lastdruck ist oder leicht über diesem liegt. Hinsichtlich dieser Anordnung und der Druckbeaufschlagung der Druckwaagen gleicht ein Stromteiler einer sogenannten LUDV-Steuerung, wie sie zum Beispiel die WO 95/32364 zeigt und die ein Sonderfall
35 einer Load Sensing Steuerung ist. Bei einer solchen Steuerung wird der höchste Lastdruck an eine Verstell-

pumpe gemeldet und diese so geregelt, dass in der Pumpenleitung ein um eine bestimmte Druckdifferenz Δp über dem Lastdruck liegender Pumpendruck herrscht. Bei einer LUDV-Steuerung bleibt die Aufteilung der einzelnen Teilströme auch bei einem Abfall des Pumpendrucks erhalten. Denn in diesem Fall der sogenannten Unterversorgung ändert sich an dem Druck stromab der Zumeßblenden nichts. Vor allen Zumeßblenden steht in gleicher Weise der abgefallene Pumpendruck an, so dass sich an allen Zumeßblenden die Druckdifferenz in gleicher Weise verändert hat.

Stromteiler können unabhängig davon verwendet werden, ob als Druckmittelquelle eine Konstantpumpe oder eine Verstellpumpe benutzt wird und wie die Verstellpumpe verstellt wird. Beim Einsatz in einem Fahrtrieb wird die Fördermenge zum Beispiel in Abhängigkeit von der Auslenkung eines Joysticks oder eines Pedals eingestellt und dann durch den Stromteiler den hydraulischen Verbrauchern in den gewünschten Mengenverhältnissen zugeteilt.

Ein "Summieren von Druckmittelteilmengen kann die Steuerung nach der WO 95/32364 nicht leisten. Beim Summieren muß nämlich dafür gesorgt werden, dass die Druckwaagen in Schließrichtung nicht mehr vom höchsten, sondern vom niedrigsten der zwischen Druckwaagen und Verbraucher anstehenden Drücke beaufschlagt sind, wobei hier der Druck am lasthöchsten Verbraucher der niedrigste ist.

Ein Stromteiler für Teilen und Summieren ist aus der DE 195 31 497 A1 bekannt. Bei einer derartigen Steueranordnung sind die den Verbrauchern zugeordneten Druckwaagen über Zentrierfedern in eine Öffnungsstellung vorgespannt, wobei diese über ein Schaltventil im Betriebszustand "Teilen" mit dem höchsten Lastdruck und im Betriebszustand "Summieren" mit dem jeweils niedrigsten

wirksamen Lastdruck beaufschlagt werden, so dass in beiden Betriebszuständen der Druckabfall über den Messblenden lastdruckunabhängig konstant gehalten werden kann.

5

Nachteilig bei dieser bekannten Lösung ist, dass das Schaltventil entsprechend des Betriebszustands angesteuert werden muss und dass ein erheblicher vorrichtungstechnischer Aufwand zum Abgreifen des höchsten bzw. 10 niedrigsten Lastdruckes erforderlich ist.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Stromventil sowie einen mit derartigen Stromventilen aufgebauten Stromteiler zu schaffen, bei denen die 15 Betriebszustände "Teilen" und "Summieren" mit minimalem Aufwand realisierbar sind.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Stromventils durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und hinsichtlich des Stromteilers durch die Merkmale des Patentan- 20 spruches 13 gelöst.

Das erfindungsgemäße, jeweils einem Verbraucher zugeordnete Stromventil hat eine Zumessblende und eine Druck- 25 waage, die auf der einen Seite der Zumessblende den höchsten oder den niedrigsten Lastdruck einregelt. Ein Druckwaagenkolben der Druckwaage ist erfindungsgemäß mit zwei Steuerkanten ausgeführt, von denen eine dem Betriebszustand "Summieren" und die andere dem Betriebszu- 30 stand "Teilen" zugeordnet ist. Das Stromventil hat des Weiteren eine LS-Steuerkante, über die bei vollständig geöffneter Druckwaage zum Lastmelden in eine LS-Leitung ein LS-Querschnitt aufsteuerbar ist. Bei aufgesteuertem LS-Querschnitt kann dann der Druck in einem Druckmittel- 35 strömungspfad zwischen der Zumessblende und dem Eingang der Druckwaage abgegriffen werden. Dieser Druck ent-

spricht in erster Näherung dem Lastdruck am zugeordneten Verbraucher, wenn die Druckwaage vollständig aufgesteuert ist. Dies ist beim "Teilen" bei dem den höchsten Lastdruck führenden Verbraucher der Fall, da die Druckwaage des diesem Verbraucher zugeordneten Stromventils vollständig geöffnet ist, während die Druckwaagen der anderen, lastniedrigeren Verbrauchern zugeordneten Stromventile in Regelpositionen verschoben sind, um den Ausgangsdruck nach den Zumessblenden auf den niedrigeren Lastdruck dieser Verbraucher abzdrosseln.

Im Betriebszustand "Summieren" entspricht der Druck in dem angesprochenen Druckmittelströmungspfad im wesentlichen demjenigen des lastniedrigsten Verbrauchers, wobei dessen Druckwaage zu Beginn der Ansteuerung die geringste Druckmittelmenge zuströmt und diese geöffnet wird oder bleibt, während durch die Druckwaagen der anderen, lasthöheren Verbraucher der Druck im Druckmittelströmungspfad abgedrosselt wird, bis sich über dem Druckwaagenkolben ein Kräftegleichgewicht einstellt.

Erfindungsgemäß erfolgt das Umschalten zwischen "Teilen" und "Summieren" somit automatisch, wobei das Umschalten durch Abgreifen eines dem höchsten Lastdruck ("Teilen") entsprechenden Drucks bzw. eines dem niedrigsten Lastdruck ("Summieren") entsprechenden Druckes im Druckmittelströmungspfad zwischen der geöffneten Druckwaage und der Zumessblende erfolgt. Bei den Stromventilen der lasthöheren bzw. der lastniedrigeren Verbraucher ist der LS-Querschnitt zugesteuert, so dass die entsprechenden Druckwaagen an einer Steuerfläche in Schließrichtung mit dem dem höchsten Lastdruck entsprechenden Druck ("Teilen") bzw. in Öffnungsrichtung mit dem dem niedrigsten Lastdruck entsprechenden Druck ("Summieren") beaufschlagt sind.

Bei einer besonders bevorzugten Lösung ist die Druckwaage des Stromventils in der Grundposition geöffnet.

5 Das Aufsteuern des LS-Querschnitts kann über ein 2/2-Wegeventil erfolgen, das mit zwei LS-Steuerkanten ausgeführt ist, von denen eine dem "Summieren" und die andere dem "Teilen" zugeordnet ist.

10 Bei einer besonders kompakten Variante der Erfindung ist das Wegeventil in einen Druckwaagenkolben integriert, wobei ein Innenkolben des Wegeventils in einer Führungsbohrung des Druckwaagenkolbens geführt ist und einen Steuerbund hat, an dessen beiden Ringstirnflächen die
15 beiden vorgenannten LS-Steuerkanten ausgebildet sind.

Das Betätigen des Innenkolbens (Umschalten des Wegeventils) erfolgt durch Beaufschlagen einer Stirnfläche mit dem Pumpendruck und der anderen Stirnfläche mit dem
20 in der LS-Leitung anliegenden LS-Druck. Beim "Teilen" wird der Innenkolben dann durch den hohen Pumpendruck in eine erste Schaltstellung und beim "Summieren" aufgrund des geringen Pumpendrucks in eine andere Schaltstellung verschoben, in denen jeweils eine der genannten LS-Steuerkanten wirksam ist, um den LS-Querschnitt aufzusteuern.
25

Bei einer derartigen Lösung wird es bevorzugt, wenn die LS-Leitung in einem LS-Federraum der Druckwaage mündet, wobei durch Aufsteuern des LS-Querschnitts eine
30 Verbindung zwischen dem Federraum und einem den dem Lastdruck entsprechenden Druck führenden Kanal hergestellt wird.

Bei einer vorteilhaften Variante der Erfindung hat
35 die Druckwaage einen weiteren Federraum, der mit dem LS-

Federraum über einen Verbindungskanal verbunden ist, der sich entlang des Außenumfangs des Innenkolbens erstreckt.

Der Aufbau des Stromventils lässt sich weiter vereinfachen, wenn sich der Innenkolben über den LS-Federraum hinaus erstreckt und an diesem aus der Druckwaage herausgeführten Endabschnitt ein Führungsbund ausgeführt ist, der in einem Druckraum einer Verschlussschraube des Stromventils geführt ist. In diesem Druckraum ist ein Anschlag für den Innenkolben ausgeführt und er ist des Weiteren mit dem Pumpendruck beaufschlagt.

Zur besseren Führung des Innenkolbens kann dieser mit einem Radialbund ausgeführt sein, der entlang des Innenumfangabschnitts der Führungsbohrung des Druckwaagenkolbens anliegt. Dabei sind entweder am Außenumfang des Steuerbundes und des Radialbundes oder entlang den Innenumfangsflächen der Führungsbohrung Längskerben ausgeführt, die eine Druckmittelströmung zwischen den beiden Federräumen ermöglichen.

Der Druckwaagenkolben wird vorzugsweise mit einer mittleren Steuernut ausgeführt, an deren Stirnflächen die beiden Steuerkanten ausgeführt sind. Dabei ist der Druckwaagenkolben über zwei Zentrierfedern in seine geöffnete Mittelstellung vorgespannt.

Zum Abgreifen des Drucks im Druckmittelströmungspfad zwischen der Druckwaage und der Zumessblende ist der Druckwaagenkolben mit einer oder mehreren Radialbohrungen ausgeführt.

Es wird bevorzugt, die Stromventile jeweils mit einem Druckeinspeiseventil auszuführen, über das die Verbraucher gegen Überlast von außen gesichert sind und des weiteren Druckmittel eingespeist wird, falls ein

Füllungsmangel entsteht, so dass Kavitationserscheinungen vermieden werden und das System kraftschlüssig bleibt.

5 Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

10

Figur 1 ein Funktionsschaubild eines Stromteilers im "Teilen"-Betriebszustand;

15

Figur 2 eine Schnittdarstellung eines Stromventils aus Figur 1;

Figur 3 eine Detaildarstellung einer Druckwaage des Stromventils aus Figur 2;

20

Figur 4 einen Innenkolben der Druckwaage aus Figur 3 in unterschiedlichen Betriebspositionen beim "Teilen";

Figur 5 das Stromventil eines lastniedrigeren Verbrauchers beim "Teilen";

25

Figur 6 das Funktionsschaubild gemäß Figur 1 im "Summieren"-Betriebszustand;

30

Figur 7 Positionen des Innenkolbens gemäß Figur 4 beim "Summieren";

Figur 8 eine Schnittdarstellung eines Stromventils eines lastniedrigeren Verbrauchers und

35

Figur 9 ein Schaltsymbol eines erfindungsgemäßen Stromventils.

Prinzipiell ist das erfindungsgemäße Konzept bei hydrostatisch angetriebenen Maschinen mit geschlossenem oder offenem hydraulischem Kreislauf einsetzbar, wobei
5 ein Anwendungsschwerpunkt bei rotatorischen Antrieben, bspw. Windenantrieben, Bandantrieben oder Fahrtrieben liegt.

In Figur 1 ist ein Funktionsschaubild eines Stromteilers für einen Fahrtrieb eines mobilen Arbeitsgerätes
10 dargestellt. Die Steueranordnung ist als geschlossener Kreislauf ausgeführt und hat eine Verstellpumpe 2. Der Fahrtrieb hat vier Hydromotoren 4, 6, 8, 10, die von der Pumpe 2 mit Druckmittel versorgt werden.

15 Die Druckmittelverteilung erfolgt beim dargestellten Ausführungsbeispiel über Stromventile 12, 14, 16, 18, die jeweils einem der Verbraucher 4, 6, 8, 10 zugeordnet sind. Die Stromventile 12, 14, 16, 18 sind als Ventilsegmente ausgeführt und zu einem Steuerblock zusammengefasst.
20

Wie beispielhaft am Stromventil 12 gezeigt, hat jedes Ventilsegment eine Gehäusescheibe 20, an der ein Druckanschluss P, ein Speiseanschluss S, ein Arbeitsanschluss A (B, C, D) und ein LS-Anschluss LS ausgebildet sind. Die Lastdruckanschlüsse LS der Steueranordnung 1 sind über eine LS-Leitung 22 miteinander verbunden. In der Gehäusescheibe 20 sind eine veränderliche bzw. variable Zumessblende 24, eine Druckwaage 26 sowie ein Druckeinspeiseventil 28 vorgesehen. In Strömungsrichtung zum Verbraucher 4 ist die Druckwaage 26 stromabwärts der Zumessblende 24 angeordnet. Wie eingangs erwähnt, wird über die Druckwaage 26 der Druckabfall über der variablen
30 Messblende 24 lastdruckunabhängig konstant gehalten, so
35

dass die Druckmittelvolumenströme durch die Zumessblende 24 nur von deren Öffnungsquerschnitt abhängen.

Über das Druckeinspeiseventil ist der Druck am Arbeitsanschluss A (B, C, D) auf einen Maximalwert begrenzt, so dass der Verbraucher 4 (6, 8, 10) gegen Überlast gesichert ist. Des Weiteren kann über das Druckeinspeiseventil 28 in bekannter Weise bei einem Füllungsman-
gel, beispielsweise bei Bergabfahrt oder ziehender Last,
über den Speiseanschluss S und gegebenenfalls über eine
Pumpe 30 Druckmittel nachgefördert werden. Dabei wird
durch diese Druckmittel aus einem Tank T angesaugt und
über einen Speisekanal 34 zum jeweiligen Speiseanschluss
S der Stromventile 12, 14, 16, 18 gefördert.

15

Der Druckanschluss P der Verstellpumpe 2 ist über eine sich verzweigende Druck- oder Zulaufleitung 36 mit den Druckanschlüssen P der Ventilsegmente verbunden. Der jeweilige Arbeitsanschluss A, B, C, D der Stromventile
12, 14, 16, 18 ist über eine Vorlaufleitung 38, 40, 42,
44 mit den Druckanschlüssen der Verbraucher 4, 6, 8, 10
verbunden. Das Druckmittel strömt von diesen über eine
gemeinsame Rücklaufleitung 40 zum Sauganschluss R der
Verstellpumpe 2 zurück. In Figur 2 ist das Stromventil 12
aus Figur 1 vergrößert dargestellt. Die anderen Stromven-
tile 14, 16, 18 haben einen identischen Aufbau.

25

Die Ventilscheibe 20 ist in der Darstellung gemäß Figur 2 in Horizontalrichtung von einer Druckwaagenbohrung
42 durchsetzt, die stirnseitig von jeweils einer Ver-
schlusschraube 44, 46 verschlossen ist. In der
Druckwaagenbohrung 24 ist ein Druckwaagenkolben 43 axial
verschiebbar geführt, der über Zentrierfedern 50, 52 in
eine Mittelposition vorgespannt ist. Die Druckwaagenboh-
rung 42 ist im mittleren Bereich zu zwei Ringräumen 54,
56 erweitert, zwischen denen ein Ringsteg 57 stehen

35

bleibt. Der Ringraum 56 ist mit dem Arbeitsanschluss A verbunden, während im Ringraum 54 eine in Figur 2 vertikal verlaufende Messblendenbohrung 58 mündet, in die die Zumessblende 24 eingesetzt ist. Deren konstruktiver Aufbau wird in einer eigenen Anmeldung detailliert erläutert und spielt für die vorliegende Erfindung keine Rolle. Es sei lediglich angenommen, dass die Zumessblende 24 mit veränderlichem Querschnitt ausgeführt ist. Die Erfindung ist jedoch nicht auf eine derartige Konstruktion beschränkt.

In der Messblendenbohrung 58 mündet der Druckanschluss P, der sich bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel senkrecht zur Zeichenebene erstreckt. Die Messblendenbohrung 58 ist nach unten hin (Ansicht nach Figur 2) von einer Schraube 60 verschlossen.

In dem Ringraum 56 mündet des Weiteren noch eine Winkelbohrung 62, in deren horizontal verlaufenden Schenkel das in Patronenbauweise ausgeführte Druckeinspeiseventil 28 eingeschraubt ist. Der Speiseanschluss S mündet über einen in Figur 2 senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden Kanal in einer Kammer 64, die eine Radialerweiterung der Messblendenbohrung 58 ist.

Der Druckanschluss P ist über einen Schrägkanal 66 mit einem Ringkanal 68 verbunden, der den Außenumfang der Verschlusschraube 46 ringförmig umgreift. In der Verschlusschraube 46 ist ein sich coaxial zur Druckwaagenbohrung 42 erstreckender Druckraum 70 ausgebildet, der über einen Verbindungskanal 72 mit dem Ringkanal 68 verbunden ist, so dass im Druckraum 70 stets der Druck am Druckanschluss P, d.h. der Pumpendruck anliegt.

Der Aufbau der Druckwaage wird anhand der vergrößerten Darstellung in Figur 3 erläutert.

Demgemäß sind die Zentrierfedern 50, 52 des Druckwaagenkolbens 43 jeweils an den benachbarten Verschlusschrauben 46 bzw. 44 abgestützt und greifen am
5 Druckwaagenkolben 43 über tassenförmige Federteller 74 bzw. 76 an und tauchen dabei abschnittsweise in stirnseitige Aufnahmen 78, 80 des Druckwaagenkolbens 43 ein, so dass die Druckwaage in Axialrichtung sehr kurz baut.

10 Im Mittelbereich des Druckwaagenkolbens 43 ist umfangsseitig eine umlaufende Steuernut 81 vorgesehen, deren Ringstirnflächen zwei Steuerkanten bilden, die mit dem Ringsteg 57 zusammenwirken. Dabei ist die in Figur 3 linke Steuerkante, im folgenden "Teilen"-Steuerkante 82
15 genannt, während des "Teilens" und die rechte, im folgenden "Summieren"-Steuerkante 84 genannt, während des "Summierens" wirksam. Gemäß Figur 2 stehen die beiden Steuerkanten 82, 84 in der dargestellten Grundposition im Abstand zum Ringsteg 57, so dass die Druckmittelverbin-
20 dung vom Arbeitsanschluss A (B, C, D) zur Messblendenbohrung 58 und damit zum Druckanschluss P geöffnet ist.

Die Zentrierfeder 52 ist in einem Federraum 86 angeordnet, der stirnseitig vom Druckwaagenkolben 43 und von
25 der Verschlusschraube 44 begrenzt ist. Der andere Endabschnitt des Druckwaagenkolbens 43 begrenzt gemeinsam mit der Verschlusschraube 46 einen LS-Federraum 88, in dem der Lastmeldeanschluss LS über einen sich senkrecht zur Zeichenebene erstreckenden Kanal 90 mündet. Demzufolge
30 liegt im LS-Federraum 88 aller Stromventile 12, 14, 16, 18 jeweils der gleiche Druck an, der beim "Teilen" etwa dem höchsten Lastdruck und beim Summieren etwa dem niedrigsten Lastdruck der Verbraucher entspricht.

35 Gemäß Figur 3 ist der Druckwaagenkolben 43 in Axialrichtung von einer Führungsbohrung 92 durchsetzt, in der

ein Innenkolben 94 axial verschiebbar geführt ist. Dieser durchsetzt mit seinem linken Endabschnitt den LS-Feder-
raum 88 und hat dort einen Führungsbund 96, mit dem er
dichtend im Druckraum 70 der Verschlusschraube 46 ge-
5 führt ist.

Der andere Endabschnitt erstreckt sich in den Feder-
raum 86 hinein und ist in seiner dargestellten Endposi-
tion an der Verschlusschraube 44 abgestützt. Beim Ver-
10 schieben des Innenkolbens 94 nach links läuft sein linker
Endabschnitt auf den Boden des Druckraums 70 auf, so dass
die Endpositionen jeweils durch Auflaufen auf die Ver-
schlusschrauben 44 oder 46 begrenzt sind.

15 Links von der Steuernut 81 ist im Druckwaagenkolben
43 zumindest eine Radialbohrungen 98 ausgeführt, die
einerseits in der Führungsbohrung 92 und andererseits im
Ringraum 54 mündet. Im Bereich dieser Radialbohrungen 98
ist am Innenkolben 94 ein radial vorspringender Steuer-
20 bund 100 ausgebildet. Im Abstand rechts von diesem ist
ein Radialbund 102 vorgesehen, über die der Innenkolben
94 in der Führungsbohrung 92 geführt ist. Die an die
Bünde 100, 102 angrenzenden Abschnitte des Innenkolbens
43 sind mit geringerem Durchmesser ausgeführt und bilden
25 mit der Innenumfangsfläche der Führungsbohrung 92 einen
Ringraum. Wie in Figur 3 dargestellt, sind der Steuerbund
100 und der Radialbund 102 mit Längskerben 104, 106
ausgeführt, so dass eine Steuerölströmung entlang den
genannten Ringspalten und den Längskerben 104, 106 zwi-
30 schen den Federräumen 86, 88 möglich ist. Rechts von den
Radialbohrungen 98 ist die Führungsbohrung 92 radial zu
einem Abschnitt 105 erweitert, der mit dem Außenumfang
des Steuerbunds 100 einen Ringspalt bildet.

35 An den Ringstirnflächen des Steuerbunds 100 sind LS-
Steuerkanten 108, 110 ausgebildet, wobei die Steuerkante

110 beim Stromventil des lastdruckhöchsten Verbrauchers beim "Teilen" und beim "Summieren" die LS-Steuerkante 108 des dem lastniedrigsten Verbraucher zugeordneten Stromventils wirksam ist.

5

Zur weiteren Erläuterung der Funktion sei zunächst angenommen, dass die Steueranordnung 1 im Betriebszustand "Teilen" betrieben wird. Gemäß Figur 1 soll der Lastdruck des Verbrauchers 4 - 400 bar, der am Verbraucher 6 - 300 bar, der am Verbraucher 8 - 200 bar und der am Verbraucher 10 - 100 bar betragen, entsprechend wird durch Schwenken der Pumpe ein Pumpendruck aufgebaut, welche somit 410 bar liefert (bei einer "10-bar-Zumess-Feder"). Dieser Pumpendruck (410 bar) liegt über den Kanal 66 auch im Druckraum 70 an, so dass die linke Stirnfläche des Innenkolbens mit dem Pumpendruck belastet ist, während auf seine rechte Stirnfläche ein niedrigerer Druck, wie im folgenden beschrieben, der Druck im Druckraum 54 wirkt. Über der Zumessblende 24 des Stromventils 12 fällt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Druck von 10 bar ab, der Druckabfall über der Druckwaage 26 ist in der Mittelstellung vernachlässigbar. Der Druck am Ausgang der Zumessblende 24 wirkt auf die rechte Stirnfläche des Innenkolbens 43. Dieser Druck entspricht in der Öffnungsstellung der Druckwaage 26 dem höchsten Lastdruck, das heißt demjenigen am Arbeitsanschluss A. Durch die Druckdifferenz (Pumpendruck minus maximalen Lastdruck) wird der Innenkolben 94 nach rechts in die in Figur 3 dargestellte Position bewegt, in der er mit seinem rechten Endabschnitt an der Verschlusschraube 44 anliegt. In dieser Position öffnet die LS-Steuerkante 110 des Steuerbundes 100 einen LS-Querschnitt, über den die Radialbohrungen 98 mit dem Federraum 88 verbunden sind, so dass der Druck im Ringraum 54 auch im Federraum 88 anliegt. D.h., dieser Druck von 400 bar (höchster Lastdruck) wird über die LS-Leitung 22 auch in die Druckräume 88 der

anderen Stromventile gemeldet. Die Innenkolben 94 der andern, den lastniedrigeren Verbrauchern zugeordneten Druckwaagen 26 werden durch den hohen Pumpendruck ebenfalls in die in Figur 3 dargestellte Endposition nach
5 rechts verschoben werden.

In Figur 4 ist zum besseren Verständnis der mit der Steuerkante 110 versehene Bereich des Innenkolbens 94 und die angrenzenden Bereiche des Druckwaagenkolbens 43
10 dargestellt. Figur 4b) zeigt dabei die vorbeschriebene Lastmeldestellung der Druckwaage 26 des lasthöchsten Verbrauchers 4, in der der höchste Lastdruck (400 bar) in die LS-Leitung 22 gemeldet wird. Wie erwähnt, steuert in der Mittelposition des Druckwaagenkolbens 43 und in der
15 rechten Endposition des Innenkolbens 94 die Steuerkante 110 des Steuerbundes 100 einen LS-Querschnitt 112 zur Lastmeldung auf, so dass im Federraum 88 der entsprechende Lastdruck, genauer gesagt, der Druck am Ausgang der Zumessblende 24 anliegt. Dieser wird über den vorbe-
20 schriebenen Ringspalt mit dem radial erweiterten Abschnitt 105 und der Längsskerbe 106 auch in den rechten Federraum 86 gemeldet, so dass der Druckwaagenkolben 43 des Stromventils 12 stirnseitig druckausgeglichen ist und in seiner Mittelstellung verbleibt - die Druck-waage 26
25 des lastdruckhöchsten Verbrauchers ist somit vollständig geöffnet und drosselt den Druckmittelvolumenstrom nicht an.

Figur 5 zeigt beispielhaft eine Regelposition, die
30 die Stromventile 14, 16, 18 der lastniedrigeren Verbraucher 6, 8, 10 einnehmen können, die an die entsprechenden Arbeitsanschlüsse B, C bzw. D angeschlossen sind. Wie vorstehend beschrieben, liegt der Innenkolben 94 auch bei den Stromventilen 14, 16, 18 der lastniedrigeren Verbrau-
35 cher in seiner rechten Endposition an der Verschluss-schraube 44 an. Dabei wird in die Federräume 88 der

Stromventile 14, 16, 18 das Signal der Druckwaage 26 des Stromventils 12 gemeldet, so dass in den Federräumen 88 ebenfalls der höchste Lastdruck von 400 bar anliegt. Zu Beginn der Ansteuerung fließt das Druckmittel zunächst zu den Verbrauchern mit dem niedrigsten hydraulischen Widerstand - beim Teilen zu den lastniedrigeren Verbrauchern. Demzufolge werden die Druckwaagenkolben 43 der Stromventile 14, 16, 18 aufgrund des jeweils im LS-Federraum 88 wirkenden höchsten Lastdrucks aus der Mittelposition gegen die Kraft der Zentrierfeder 52 nach rechts verschoben und entsprechend durch die "Teilen"-Steuerkante 82 der Strömungsquerschnitt zwischen dem Druckwaagenkolben 43 und dem Ringsteg 57 zugesteuert, so dass die Druckmittelströmung angedrosselt wird. Die Druckmittelströmung wird soweit abgedrosselt bis das Kräftegleichgewicht an allen Druckwaagen gegeben ist und die Mengen druckunabhängig zu den Verbrauchern strömen. Im vorliegenden Beispiel heißt das, dass die Druckwaage des lastniedrigsten Verbrauchers relativ weit schließt, während die Druckwaagen der beiden lasthöheren Verbraucher (200 bar, 300 bar) Zwischenpositionen zwischen der in Figur 4a) dargestellten Ruheposition und der in Figur 5 dargestellten Position mit geringem Durchflussquerschnitt einnehmen. Durch die Verschiebung des Druckwaagenkolbens 43 nach rechts gegenüber dem an der Verschlusschraube 44 anliegenden Innenkolben 94 wird gemäß Figur 4 über die Steuerkante 110 des Innenkolbens 94 und zugeordnete gehäusefeste Steuerkante 114 der LS-Querschnitt 112 zugesteuert, so dass die Verbindung zwischen den Radialbohrungen 98 und dem LS-Federraum 88 unterbrochen ist (siehe Ruhestellung Figur 4a). In seinen in Figur 4c) dargestellten Regelpositionen liegt der Steuerbund 100 etwa im dem Bereich, in dem der Steg zwischen dem Federraum 88 und den Radialbohrungen 98 ausgebildet ist. Der Druck am Ausgang der Zumessblende 24 wird dann über die Radialbohrungen 98, den vom Abschnitt

105 der Führungsbohrung begrenzten Ringspalt, den sich daran anschließenden Ringspalt zwischen dem Außenumfang des Innenkolbens 94 und der Innenumfangswandung der Führungsbohrung 92 sowie über die Längskerbe 106 des Radialbunds 102 in den Federraum 86 gemeldet, so dass der Druckwaagenkolben 43 links vom höchsten Lastdruck und rechts vom Druck stromabwärts der Messblende 24 beaufschlagt ist.

10 Die kleinen Längskerben 104 und 106 des Innenkolbens sowie der Ringraum zwischen dem Innenkolben 94 und der Führungsbohrung haben zusätzlich noch die Funktion, dass über diesen Steuerölströmungspfad während einer Regelbewegung des Druckwaagenkolbens 43 Steueröl aus dem sich verkleinernden Federraum verdrängt werden kann. Eine Verdrängung des Steueröls aus dem LS-Federraum 88 über die LS-Leitung 22 reicht in diesem Fall nicht immer aus und geht des weiteren auch beispielsweise bei einem Wechsel der lastdruckextremsten Druckwaage nicht immer
15
20 schnell genug.

Figur 6 zeigt das Figur 1 entsprechende Funktions-schaubild für den Betriebszustand "Summieren". Es sei angenommen, dass am lastdruckniedrigsten Verbraucher 4 ein Lastdruck von 35 bar anliegt, während der Lastdruck der anderen Verbraucher 50, 100 bzw. 200 bar beträgt. Die am Eingang P der Verstellpumpe 2 zu summierenden Druckmittelvolumenströme haben einen Druck von 25 bar, während in der vom Anschluss R zu den Verbrauchern 4, 6, 8, 10
25
30 führenden Rücklaufleitung 40 (dient eigentlich als Zulaufleitung) ein Druck von 400 bar anliegt.

Aufgrund des niedrigen Drucks in der Zulaufleitung 36 (25 bar) wird der Innenkolben 94 durch den auf seine rechte Stirnfläche wirkenden höheren Druck nach links
35 verschoben bis er mit seiner linken Stirnfläche am Boden

des Druckraumes 70 der Verschlusschraube 46 anliegt. Dieses Umschalten erfolgt gemäß Figur 6 bei allen Stromventilen 12, 14, 16, 18.

5 Zu Beginn der Ansteuerung strömt das Druckmittel zu den Druckwaagen der Verbraucher mit dem niedrigsten hydraulischen Widerstand - beim Summieren sind dies die lasthöheren Verbraucher, so dass deren Druckwaagen zuerst reagieren. Die Druckwaage 26 des lastniedrigsten Verbrauchers 4 verbleibt oder verfährt in ihre Mittelstellung. 10 Die Axiallänge des Steuerbundes 100 ist so gewählt, dass durch die Verschiebung des Innenkolbens 94 gegenüber dem Druckwaagenkolben 43 nach links nunmehr die rechte LS-Steuerkante 108 wirksam wird. Dies ist in Figur 7b) 15 dargestellt. In dieser Lastmeldstellung der dem lastniedrigsten Verbraucher zugeordneten Druckwaage 26 (Innenkolben 94 nach links verschoben, Druckwaagenkolben 43 in seiner Mittelstellung) steuert die LS-Steuerkante 108 einen LS-Querschnitt 112 auf, der gehäuseseitig durch 20 eine federraumseitige Steuerkante 114 begrenzt ist. Über den aufgesteuerten LS-Querschnitt 112 wird die Verbindung zwischen dem Druckraum 54 und dem LS-Federraum 88 geöffnet, so dass der niedrigste Lastdruck (35 bar) in die LS-Leitung 22 gemeldet und somit in allen LS-Federräumen der 25 Stromventile 12, 14, 16, 18 anliegt. Dieser niedrigste Lastdruck wirkt auch auf die rechte Stirnfläche des Druckwaagenkolbens 43 des Stromventils 12, so dass dieses in seiner Mittelstellung verbleibt. Durch die Druckmittelströmung zu den anderen Druckwaagen der lasthöheren 30 Verbraucher werden deren Druckwaagenkolben 43, wie in Figur 8 gezeigt, nach links in eine Regelposition (siehe auch Figur 7c)) verschoben. In dieser Regelposition wird über die "Summieren"-Steuerkante 84 der Öffnungsquerschnitt der Druckwaagen 26 der lasthöheren Verbraucher 35 14,16,18 verändert und die Druckmittelströmung angedrosselt bis ein Kräftegleichgewicht erreicht ist.

Das Druckmittel kann somit von den Verbrauchern lastdruckunabhängig zurückströmen, wobei der Druckabfall über den jeweiligen Zumessblenden 24 konstant gehalten wird. Je nach Lastdruck an den lastdruckhöheren Verbrauchern nimmt der Druckwaagenkolben 43 in seiner Gleichgewichtslage eine Relativposition mit Bezug zum Innenkolben 94 ein, die zwischen einer Ruhestellung (Fig. 7a)) und der dargestellten Regelstellung (Fig. 7c)) liegt. In der Ruhestellung gemäß Figur 7a) ist der LS-Querschnitt durch die Steuerkanten 108, 114 zugesteuert, während in der dargestellten Regelpositionen der Steuerbund 94 durch Axialverschiebung des Druckwaagenkolbens 43 aus der Ruhestellung heraus nach links im Bereich des Stegs zwischen den Radialbohrungen 98 und dem LS-Federraum 88 liegt.

In Figur 9 ist das Schaltsymbol der erfindungsgemäßen Stromventile dargestellt. Das beispielsweise dem Verbraucher 4 zugeordnete Ventilsegment ist strichpunktartig angedeutet und hat die Anschlüsse P, S, A und LS. Im Ventilsegment sind das Druck-Einspeiseventil 28, die variable Zumessblende 24 und die Druckwaage 26 mit dem 2/2-Wegeventil dargestellt, das bei der konkreten Lösung durch den im Druckwaagenkolben 43 geführten Innenkolben 94 gebildet ist. Wie in Figur 9 angedeutet, ist dieser Innenkolben 94 mechanisch mit der Druckwaage 26 verbunden. Auf die linke Stirnfläche des Innenkolbens 94 wirkt der über den Schrägkanal 66 abgegriffene Pumpendruck, während auf die rechte Stirnfläche der über die Radialbohrungen 98 abgegriffene Druck im Druckmittelströmungspfad zwischen der Zumessblende 24 und der Druckwaage 26 wirkt. Beim "Teilen" wird der Innenkolben 94 gegen einen gehäusefesten Anschlag, im vorliegenden Fall die Verschlusschraube 44 bewegt, beim "Summieren" liegt der Innenkolben 94 an dem durch die Verschlusschraube 46 gebildeten Anschlag an.

In der offenen Grundposition der Druckwaage 26 wird über den Innenkolben 94 und das entsprechend umgeschaltete 2/2-Wegeventil der Druck zwischen der Zumessblende 24 und der Druckwaage 26 in den LS-Federraum 88 und damit in die LS-Leitung 22 gemeldet und liegt somit an allen LS-Federräumen 88 der Stromventile an. Beim Verschieben der Druckwaage aus der Öffnungsposition in eine Regelposition wird der Innenkolben 94 durch die mechanische Kopplung in eine der dargestellten Sperrpositionen verfahren, so dass der Druck im Druckmittelströmungspfad von der Zumessblende 24 zur Druckwaage 26 über das 2/2-Wegeventil (Innenkolben 94) nicht mehr abgegriffen werden kann. Der Druck in der LS-Leitung 22 beaufschlagt auch die in Figur 9 rechte Stirnfläche des Innenkolbens 94.

Der Druckwaagenkolben 43 ist einerseits durch den Druck im LS-Kanal 22 und andererseits durch den über die Längsskerbe 106 abgegriffenen Druck zwischen Zumessblende 24 und der Druckwaage 26 beaufschlagt, wobei der Druckmittelvolumenstrom bei Kräftegleichgewicht durch die Druckwaage 26 so angedrosselt ist, dass der Druckabfall über der Messblende 24 lastunabhängig konstant ist.

Wie bereits erwähnt, reagiert zu Beginn einer Ansteuerung jeweils die Druckwaage 26 als erste, die den Verbraucher mit dem geringsten hydraulischen Widerstand zugeordnet ist und die demgemäß am Anfang die größte Druckmittelmenge erhält. Beim "Teilen" ist dies die dem lastniedrigsten Verbraucher zugeordnete Druckwaage, während beim "Summieren" die Druckwaage als erstes reagiert, die dem lasthöchsten Verbraucher zugeordnet ist.

Offenbart sind ein Stromventil und ein Stromteiler zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher. Jedes Stromventil hat eine Zumessblende und eine Druckwaage.

Ein Druckwaagenkolben der Druckwaage ist mit zwei Steuerkanten versehen, von denen eine beim "Summieren" von Druckmittelströmen und die andere beim "Teilen" eines Druckmittelstroms wirksam ist. Das Stromventil hat des
5 Weiteren zumindest eine LS-Steuerkante, über die bei geöffneter Druckwaage ein LS-Querschnitt aufsteuerbar ist, über den ein dem Lastdruck entsprechender Druck in eine Lastmeldeleitung gemeldet wird.

Bezugszeichenliste:

	1	Stromteiler
5	2	Verstellpumpe
	4	Hydromotor
	6	Hydromotor
	8	Hydromotor
	10	Hydromotor
10	12	Stromventil
	14	Stromventil
	16	Stromventil
	18	Stromventil
	20	Gehäusescheibe
15	22	LS-Leitung
	24	Zumessblende
	26	Druckwaage
	28	Druckeinspeiseventil
	30	Pumpe
20	32	Speisekanal
	34	Speiseleitung
	36	Zulaufleitung
	38	Vorlaufleitung
	40	Rücklaufleitung
25	42	Druckwaagenbohrung
	43	Druckwaagenkolben
	44	Verschlusschraube
	46	Verschlusschraube
	50	Zentrierfeder
30	52	Zentrierfeder
	54	Ringraum
	56	Ringraum
	57	Ringsteg
	58	Messblendenbohrung
35	60	Schraube
	62	Winkelbohrung

	64	Kammer
	66	Schrägkanal
	68	Ringkanal
	70	Druckraum
5	72	Verbindungskanal
	74	Federteller
	76	Federteller
	78	Aufnahme
	80	Aufnahme
10	81	Steuernut
	82	Teilen-Steuerkante
	84	Summieren-Steuerkante
	86	Federraum
	88	LS-Federraum
15	90	Kanal
	92	Führungsbohrung
	94	Innenkolben
	96	Führungsbund
	98	Radialbohrungen
20	100	Steuerbund
	102	Radialbund
	104	Längskerbe
	105	radial erweiterter Abschnitt
	106	Längskerbe
25	108	LS-Steuerkante
	110	LS-Steuerkante
	112	LS-Querschnitt
	114	gehäusefeste Steuerkante
	116	federraumseitige Steuerkante
30		

Patentansprüche

1. Stromventil für einen Stromteiler zur Druckmittelversorgung mehrerer hydraulischer Verbraucher (4, 6, 8, 10) mit einer Druckwaage (26) und einer Zumessblende (24), der zum Stromteilen in Richtung zum Verbraucher (4, 6, 8, 10) und zum Summieren von Druckmittelströmen in Gegen-richtung durchströmbar ist, wobei die Druckwaage (26) einen in eine Grundstellung vorgespannten Druckwaagenkolben (43) hat, der einerseits vom Druck in einer LS-Leitung (22) und andererseits von einem Druck im Druckmittelströmungspfad zwischen der Zumessblende (24) und der Druckwaage (26) beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckwaagenkolben (43) zwei Steuerkanten (82, 84) hat, von denen eine beim Summieren und die andere beim Teilen wirksam ist und dass des weiteren zumindest eine LS-Steuerkante (108, 110) vorhanden ist, über die bei geöffneter Druckwaage (26) zum Lastmelden in die LS-Leitung (22) ein LS-Querschnitt (112) zum Abgreifen des Drucks im Druckmittelströmungspfad aufsteuerbar ist.
2. Stromventil nach Patentanspruch 1, wobei die Druckwaage (26) in der Grundposition geöffnet ist.
3. Stromventil nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei eine LS-Steuerkante (108) beim Summieren und eine andere LS-Steuerkante (110) beim Teilen wirksam ist und diese durch ein 2/2-Wegeventil ausgebildet sind.
4. Stromventil nach Patentanspruch 3, wobei das 2/2-Wegeventil durch einen Innenkolben (94) gebildet ist, der in einer Führungsbohrung (92) des Druckwaagenkolbens (43) geführt ist und einen Steuerbund (100) hat,

an dessen beiden Ringstirnflächen die beiden LS-Steuerkanten (108, 110) angeordnet sind.

- 5 5. Stromventil nach Patentanspruch 4, wobei eine Stirnfläche des Innenkolbens (94) mit dem Pumpendruck und die andere Stirnfläche mit einem dem Lastdruck entsprechenden Druck beaufschlagbar ist.
- 10 6. Stromventil nach Patentanspruch 4 oder 5, wobei die LS-Leitung (22) in einem LS-Federraum (88) der Druckwaage (26) mündet und wobei über die LS-Steuerkanten (108, 110) des Steuerbunds (100) der LS-Querschnitt (112) zwischen den LS-Federraum (88) und einem einen Lastdruck führenden Kanal (98) des Druckwaagenkolbens 15 (43) aufsteuerbar ist.
- 20 7. Stromventil nach Patentanspruch 6, wobei der LS-Federraum (88) über einen sich zwischen dem Innenkolben (94) und der Führungsbohrung (92) erstreckenden Verbindungskanal mit einem Federraum (86) verbunden ist, in den ein radial zurückgesetzter Innenkolbenendabschnitt eintaucht und dort gegen einen Anschlag (44) bewegbar ist.
- 25 8. Stromventil nach Patentanspruch 7, wobei ein anderer Endabschnitt des Innenkolbens (94) den LS-Federraum (88) durchsetzt und mit einem Führungsbund (96) in einem Druckraum (70) einer Verschlusschraube (46) geführt ist, der mit dem Pumpendruck beaufschlagt ist 30 und einen Axialanschlag für den Innenkolben (94) hat.
- 35 9. Stromventil nach Patentanspruch 7 oder 8, wobei der Innenkolben (94) einen Radialbund (102) zur Führung des Innenkolbens (94) in der Führungsbohrung (92) hat und wobei am des Radialbund (98) und am Steuerbund (100) Längskerben (104, 106) ausgebildet und daran

angrenzende Bereiche des Innenkolbens (94) mit Radialspiel zur Ausbildung eines Verbindungskanals ausgeführt ist.

- 5 10. Stromventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Druckwaagenkolben (43) eine mittlere Steuernut (81) hat, an deren Ringstirnflächen die beiden Steuerkanten (82, 84) ausgeführt sind und
10 wobei der Druckwaagenkolben (43) über zwei Zentrierfedern (50, 52) in eine Mittelstellung vorgespannt ist.
11. Stromventil nach Patentanspruch 10, wobei der Druckwaagenkolben (43) zumindest eine Radialbohrung (98)
15 hat, die einerseits im Bereich des Steuerbunds (100) in der Führungsbohrung (92) und andererseits in einem den Lastdruck führenden Raum (54) münden.
12. Stromventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einem Druck-Einspeiseventil (28).
20
13. Stromteiler zur Druckmittelversorgung mehrerer Verbraucher, der mehrere Stromventile (12, 14, 16, 18) gemäß einem der vorhergehenden Patentansprüche aufweist.
25

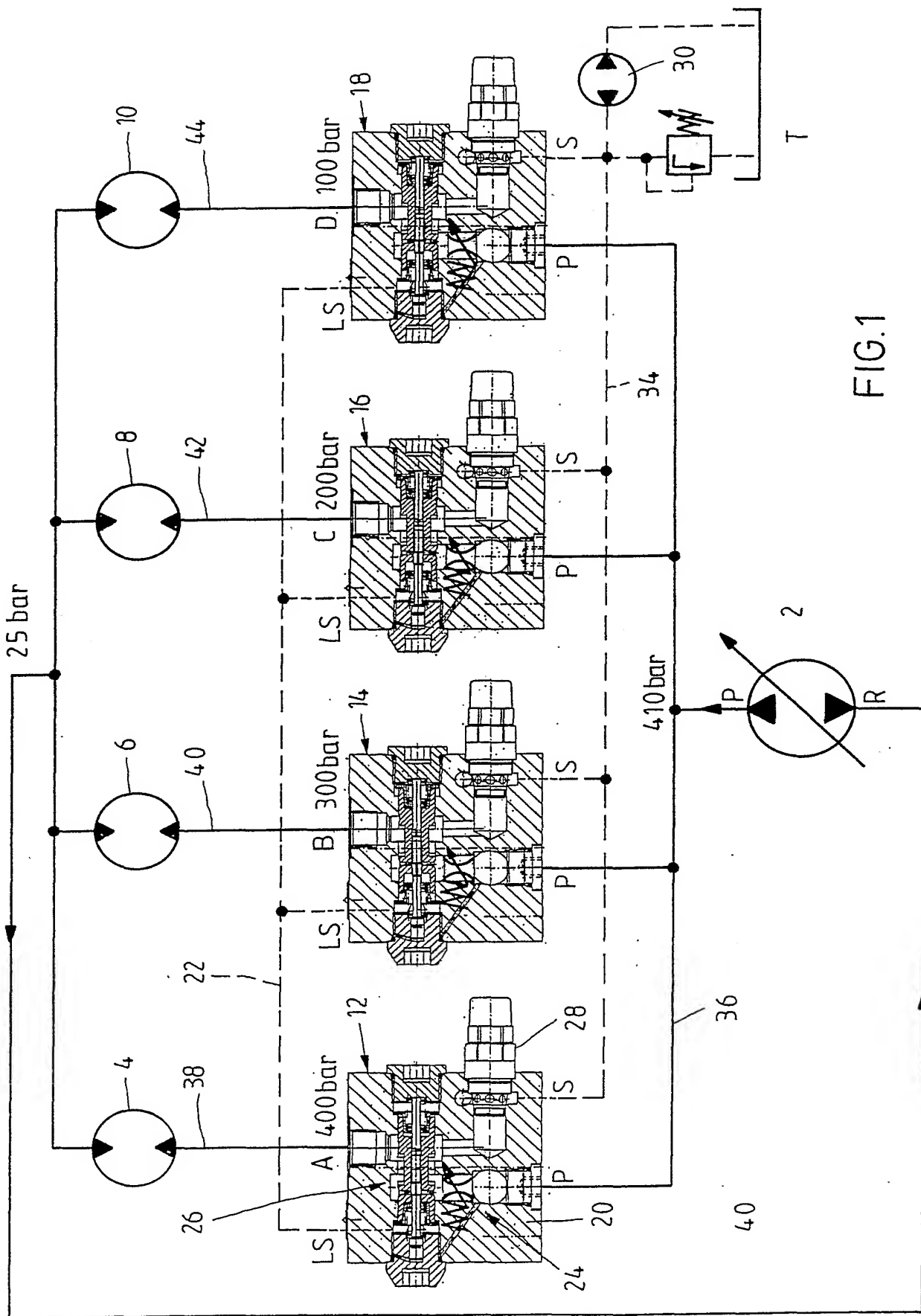


FIG.1

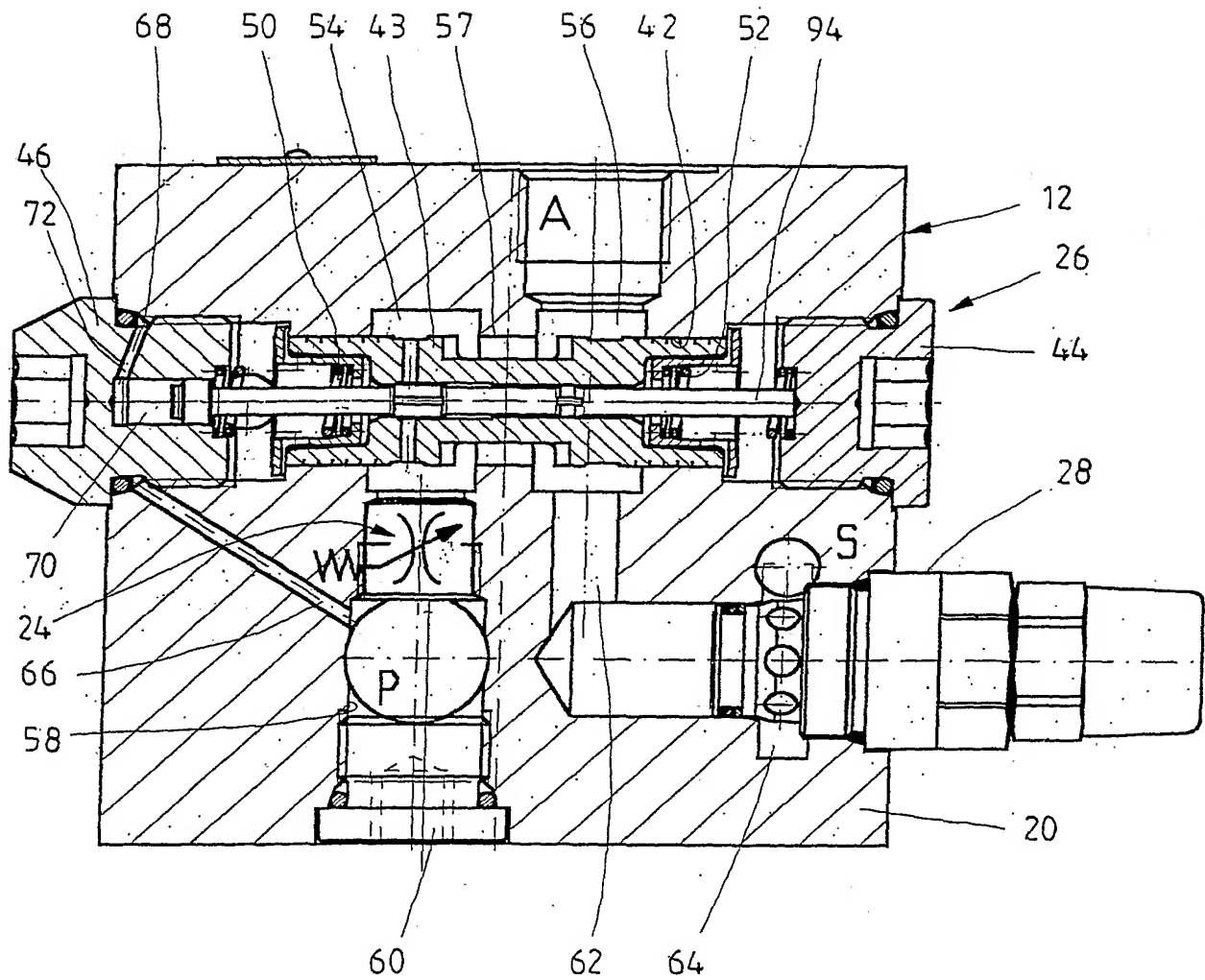


FIG. 2

3/9

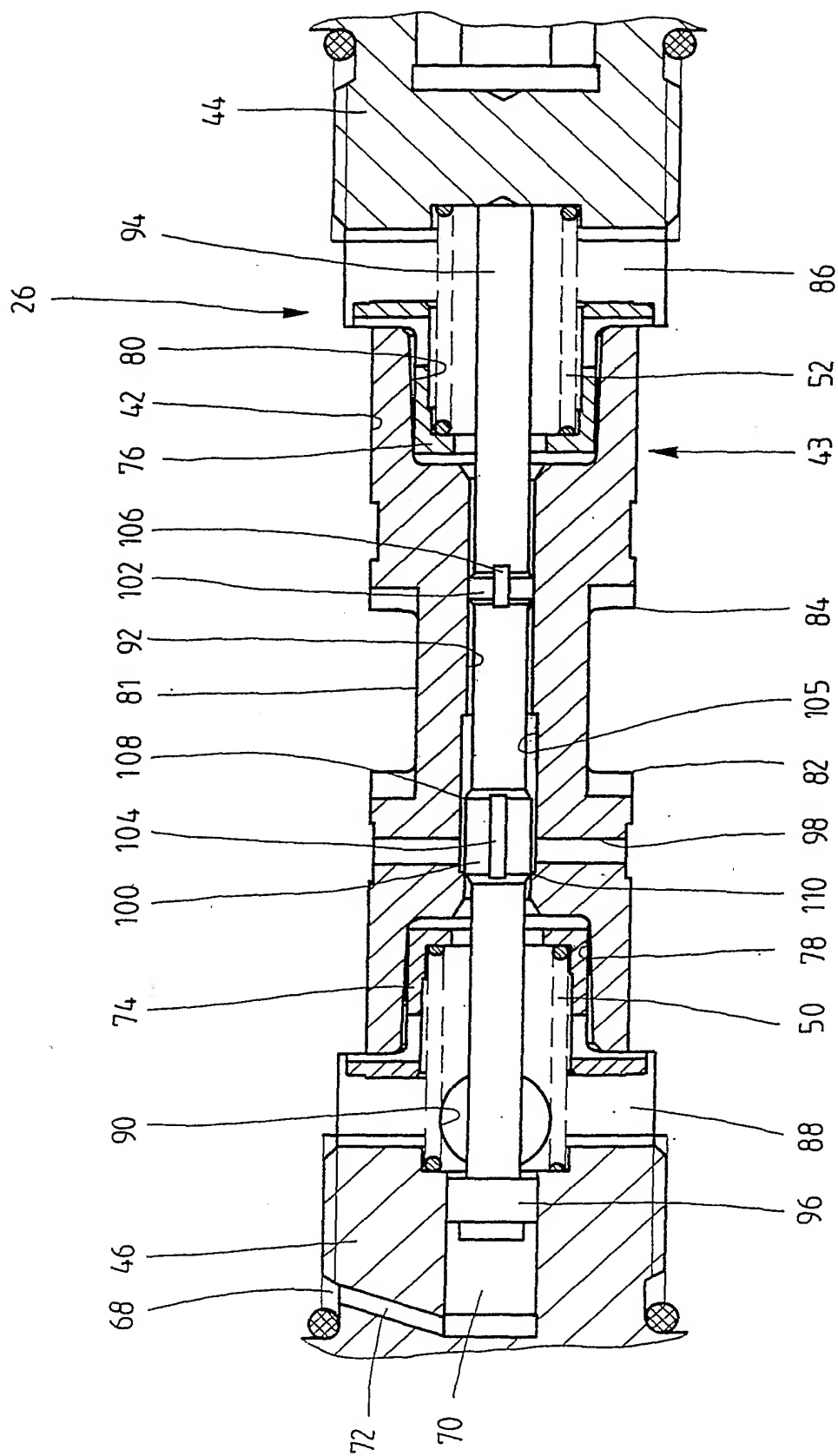
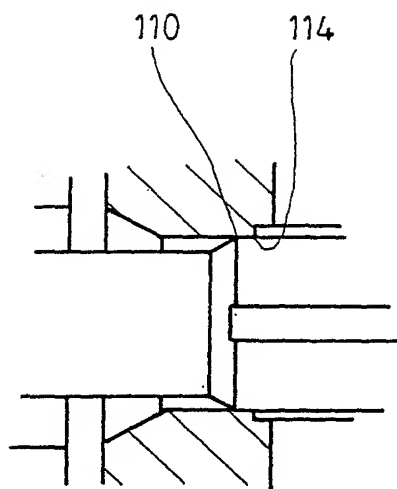


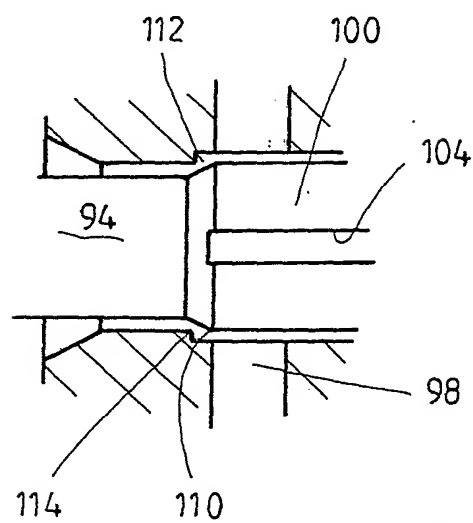
FIG. 3

4/9

a) Ruhestellung



b) Lastmeldestellung



c) Regelstellung

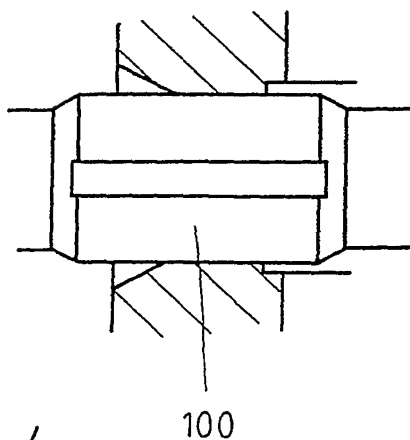


FIG.4

5/9

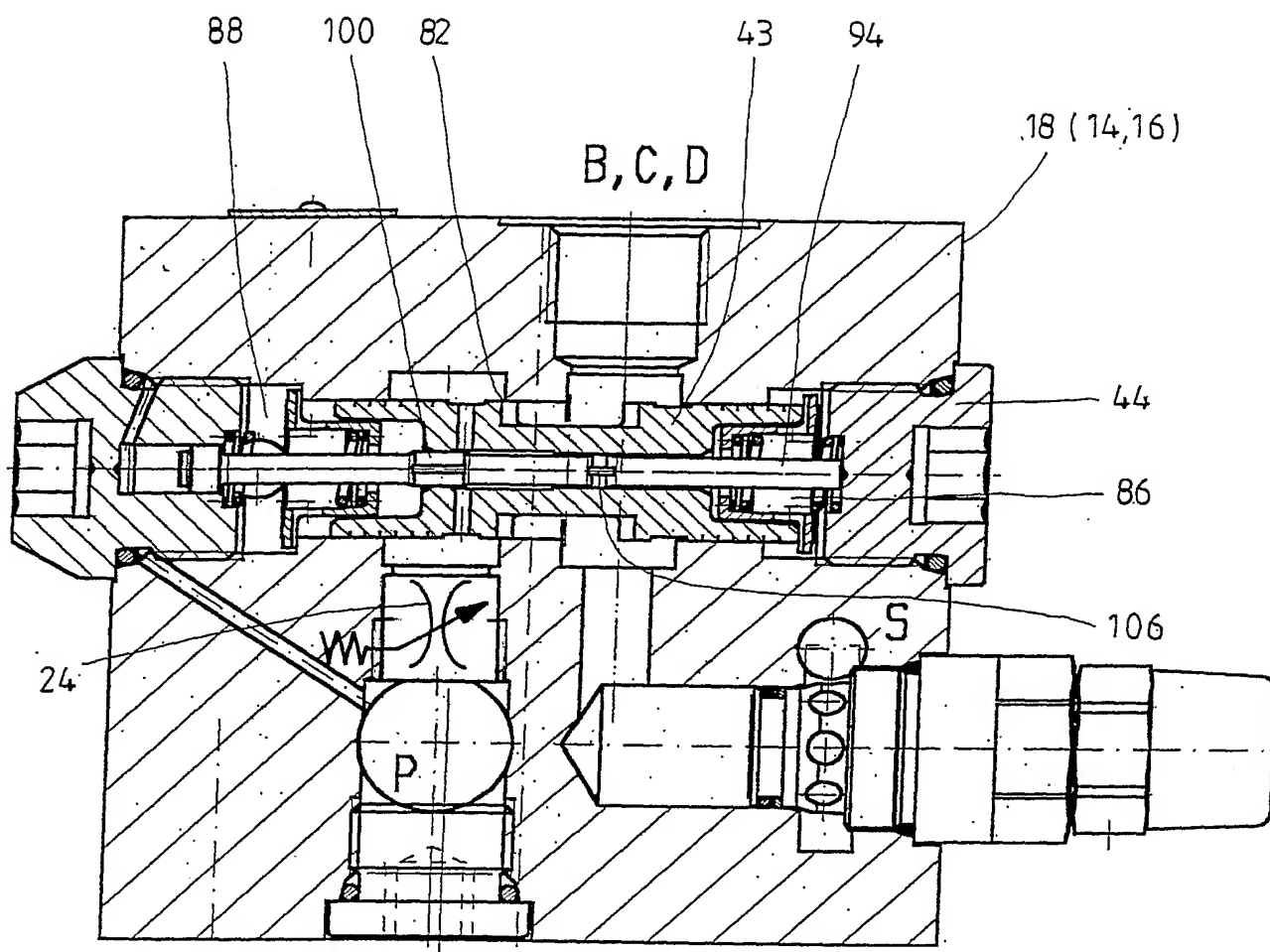


FIG.5

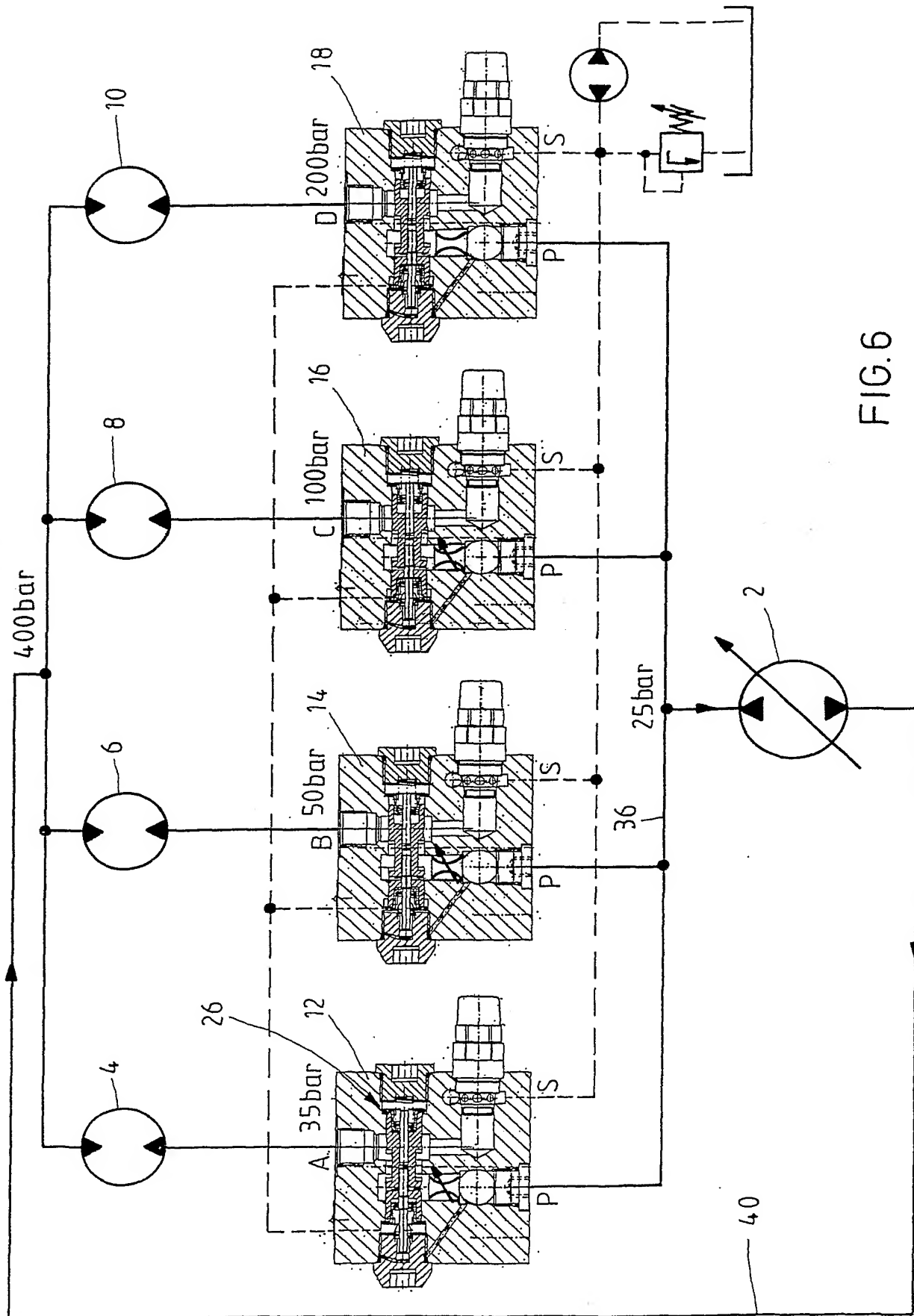
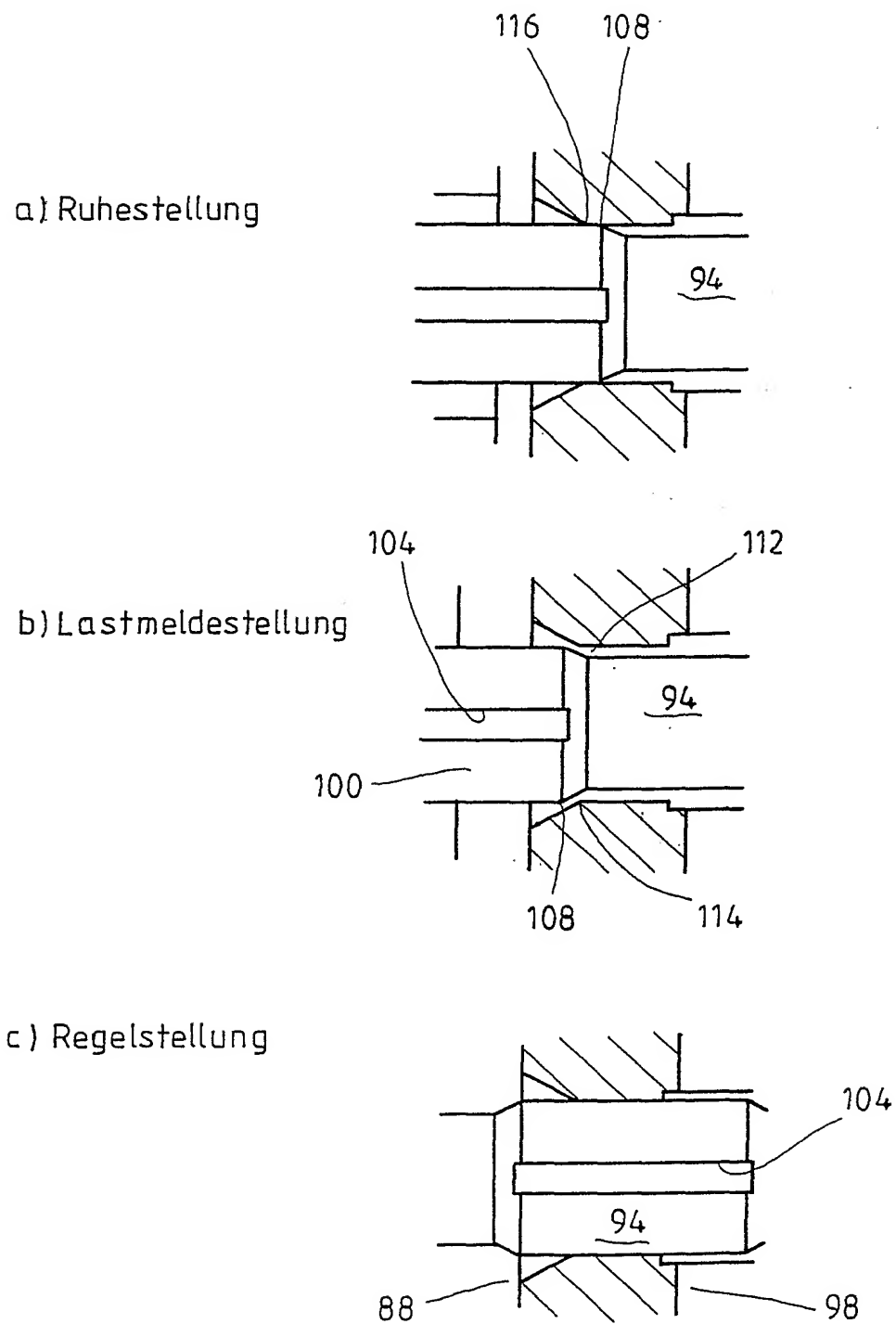


FIG.6

7/9



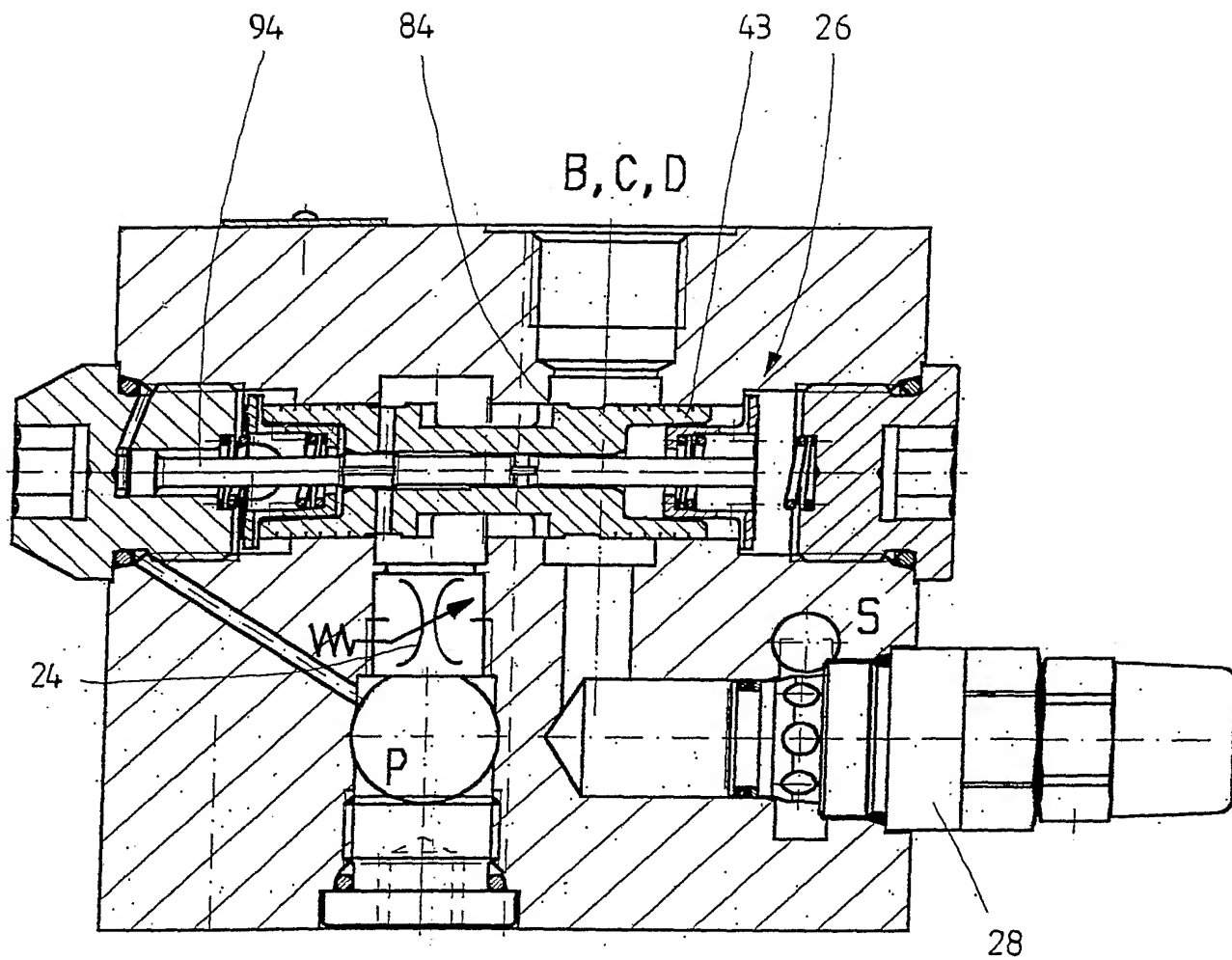


FIG. 8

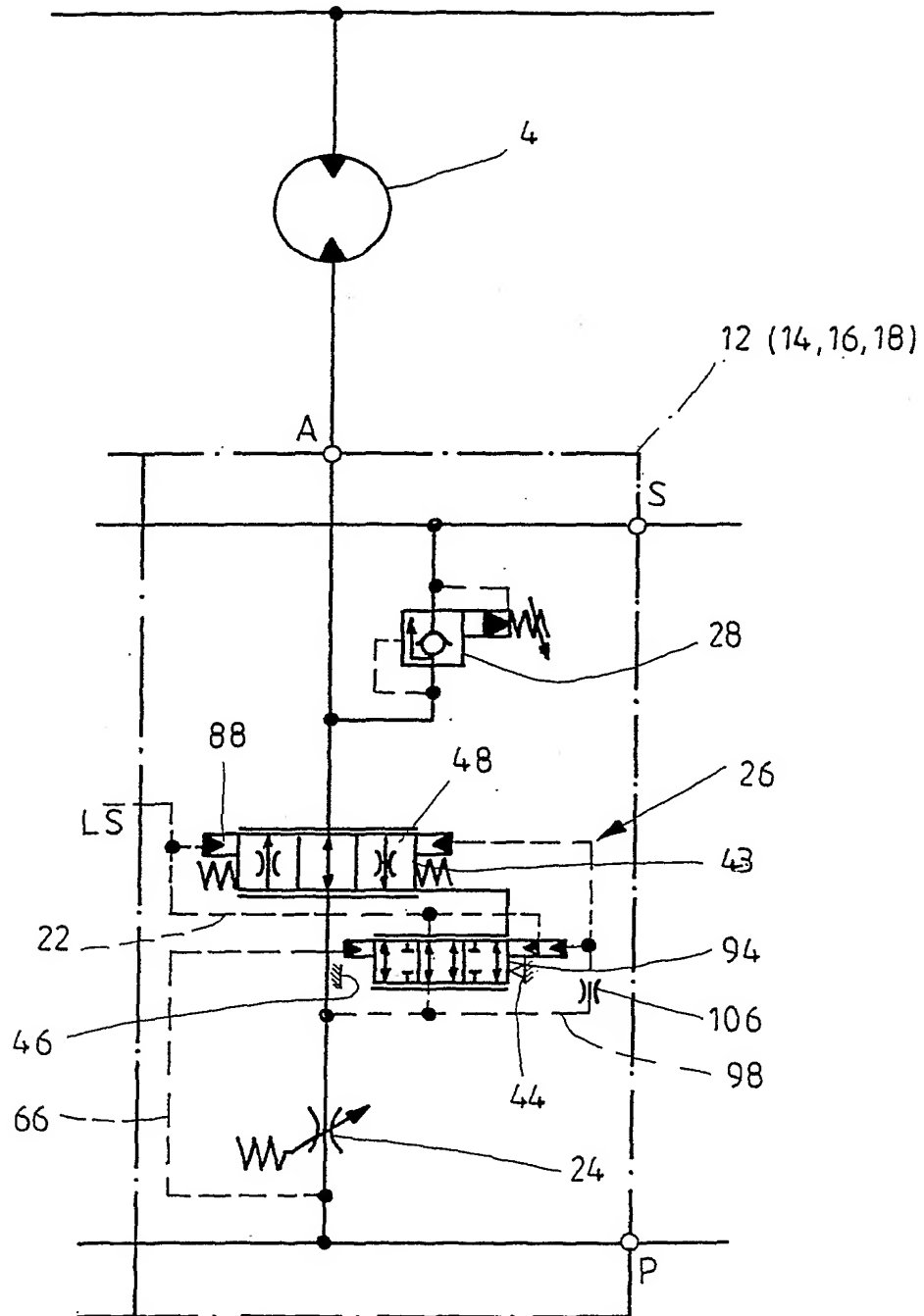


FIG.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/014800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F15B11/16 F15B11/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 95/32364 A (MANNESMANN REXROTH GMBH; SCHMITT, MARTIN; WEICKERT, THOMAS) 30 November 1995 (1995-11-30) cited in the application the whole document	1-13
A	DE 195 31 497 A1 (BUCHER GMBH MASCHINENFABRIK, 79771 KLETTGAU, DE) 27 February 1997 (1997-02-27) cited in the application the whole document	1-13
A	WO 00/00747 A (MANNESMANN REXROTH AG; WEICKERT, THOMAS; ADLON, ERICH) 6 January 2000 (2000-01-06) page 6, paragraph 7 - page 16, paragraph 2 ----- -/--	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 April 2005

Date of mailing of the international search report

29/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Staengl, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/014800

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 460 000 A (KROPP ET AL) 24 October 1995 (1995-10-24) column 4, line 34 - column 8, line 16 -----	1-13
A	DE 100 58 032 A1 (MANNESMANN REXROTH AG) 29 May 2002 (2002-05-29) column 3, line 45 - column 8, line 42 -----	1-13
A	DE 93 18 522 U1 (O & K ORENSTEIN & KOPPEL AG, 13581 BERLIN, DE) 30 March 1995 (1995-03-30) page 5, paragraph 2 - page 9, paragraph 4 -----	1-13
A	DE 22 60 457 A1 (WABCO WESTINGHOUSE GMBH, 3000 HANNOVERLINDEN; WABCO FAHRZEUGBREMSSEN GM) 12 June 1974 (1974-06-12) page 3, paragraph 4 - page 6, paragraph 5 -----	1-13
A	DE 12 22 376 B (WESTINGHOUSE BREMSSEN- UND APPARATEBAU GESELLSCHAFT MIT BESCHRAENKTER H) 4 August 1966 (1966-08-04) column 3, line 21 - column 5, line 3 -----	1-13
A	EP 1 088 995 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD) 4 April 2001 (2001-04-04) column 10, line 5 - column 22, line 37 -----	1-13
A	EP 0 958 455 A (MANNESMANN REXROTH AG; BOSCH REXROTH AG) 24 November 1999 (1999-11-24) column 4, line 51 - column 9, line 31 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2004/014800

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9532364	A	30-11-1995	DE 4417962 A1 DE 59504916 D1 WO 9532364 A1 EP 0760908 A1 JP 10500472 T US 5752384 A	23-11-1995 04-03-1999 30-11-1995 12-03-1997 13-01-1998 19-05-1998
DE 19531497	A1	27-02-1997	NONE	
WO 0000747	A	06-01-2000	DE 19828963 A1 WO 0000747 A1 DE 59904746 D1 EP 1092095 A1 JP 2002519596 T US 6367365 B1	30-12-1999 06-01-2000 30-04-2003 18-04-2001 02-07-2002 09-04-2002
US 5460000	A	24-10-1995	DE 4235707 A1 FR 2697296 A1 GB 2271870 A , B JP 6200904 A	28-04-1994 29-04-1994 27-04-1994 19-07-1994
DE 10058032	A1	29-05-2002	WO 0242648 A1	30-05-2002
DE 9318522	U1	30-03-1995	NONE	
DE 2260457	A1	12-06-1974	GB 1447551 A	25-08-1976
DE 1222376	B	04-08-1966	AT 242188 B	10-09-1965
EP 1088995	A	04-04-2001	EP 1088995 A1 US 6378302 B1 CN 1316038 A WO 0065238 A1	04-04-2001 30-04-2002 03-10-2001 02-11-2000
EP 0958455	A	24-11-1999	DE 19703997 A1 AT 238497 T DE 59709931 D1 WO 9834031 A1 EP 0958455 A1 JP 2001509867 T US 6289675 B1	06-08-1998 15-05-2003 28-05-2003 06-08-1998 24-11-1999 24-07-2001 18-09-2001

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014800

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F15B11/16 F15B11/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F15B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 95/32364 A (MANNESMANN REXROTH GMBH; SCHMITT, MARTIN; WEICKERT, THOMAS) 30. November 1995 (1995-11-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-13
A	DE 195 31 497 A1 (BUCHER GMBH MASCHINENFABRIK, 79771 KLETTGAU, DE) 27. Februar 1997 (1997-02-27) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-13
A	WO 00/00747 A (MANNESMANN REXROTH AG; WEICKERT, THOMAS; ADLON, ERICH) 6. Januar 2000 (2000-01-06) Seite 6, Absatz 7 - Seite 16, Absatz 2 ----- -/--	1-13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Staengl, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 460 000 A (KROPP ET AL) 24. Oktober 1995 (1995-10-24) Spalte 4, Zeile 34 - Spalte 8, Zeile 16	1-13
A	DE 100 58 032 A1 (MANNESMANN REXROTH AG) 29. Mai 2002 (2002-05-29) Spalte 3, Zeile 45 - Spalte 8, Zeile 42	1-13
A	DE 93 18 522 U1 (O & K ORENSTEIN & KOPPEL AG, 13581 BERLIN, DE) 30. März 1995 (1995-03-30) Seite 5, Absatz 2 - Seite 9, Absatz 4	1-13
A	DE 22 60 457 A1 (WABCO WESTINGHOUSE GMBH, 3000 HANNOVERLINDEN; WABCO FAHRZEUGBREMSEN GM) 12. Juni 1974 (1974-06-12) Seite 3, Absatz 4 - Seite 6, Absatz 5	1-13
A	DE 12 22 376 B (WESTINGHOUSE BREMSEN- UND APPARATEBAU GESELLSCHAFT MIT BESCHRAENKTER H) 4. August 1966 (1966-08-04) Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 5, Zeile 3	1-13
A	EP 1 088 995 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD) 4. April 2001 (2001-04-04) Spalte 10, Zeile 5 - Spalte 22, Zeile 37	1-13
A	EP 0 958 455 A (MANNESMANN REXROTH AG; BOSCH REXROTH AG) 24. November 1999 (1999-11-24) Spalte 4, Zeile 51 - Spalte 9, Zeile 31	1-13

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/014800

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9532364	A	30-11-1995	DE 4417962 A1	23-11-1995
			DE 59504916 D1	04-03-1999
			WO 9532364 A1	30-11-1995
			EP 0760908 A1	12-03-1997
			JP 10500472 T	13-01-1998
			US 5752384 A	19-05-1998
DE 19531497	A1	27-02-1997	KEINE	
WO 0000747	A	06-01-2000	DE 19828963 A1	30-12-1999
			WO 0000747 A1	06-01-2000
			DE 59904746 D1	30-04-2003
			EP 1092095 A1	18-04-2001
			JP 2002519596 T	02-07-2002
			US 6367365 B1	09-04-2002
US 5460000	A	24-10-1995	DE 4235707 A1	28-04-1994
			FR 2697296 A1	29-04-1994
			GB 2271870 A ,B	27-04-1994
			JP 6200904 A	19-07-1994
DE 10058032	A1	29-05-2002	WO 0242648 A1	30-05-2002
DE 9318522	U1	30-03-1995	KEINE	
DE 2260457	A1	12-06-1974	GB 1447551 A	25-08-1976
DE 1222376	B	04-08-1966	AT 242188 B	10-09-1965
EP 1088995	A	04-04-2001	EP 1088995 A1	04-04-2001
			US 6378302 B1	30-04-2002
			CN 1316038 A	03-10-2001
			WO 0065238 A1	02-11-2000
EP 0958455	A	24-11-1999	DE 19703997 A1	06-08-1998
			AT 238497 T	15-05-2003
			DE 59709931 D1	28-05-2003
			WO 9834031 A1	06-08-1998
			EP 0958455 A1	24-11-1999
			JP 2001509867 T	24-07-2001
			US 6289675 B1	18-09-2001